

## 002 岐阜県の土石流災害における流木について

岐阜県古川建設事務所	森田 和博	山内 隆弘
岐阜県恵那建設事務所	水野 幸雄	山田 謹吾（現：岐阜県道路公社）
日本工営株式会社	○中村 明	平山 拓哉

### 1. はじめに

流木災害における流木の生産・流送・堆積の特性については、まだ未解明の部分も多い。岐阜県では、平成10年9月25日の豪雨（黒川観測所累計 153mm）により七宗町・白川町で、平成11年9月14～15日の豪雨（天生観測所累計395mm）で飛騨地方で、平成12年9月11～12日の豪雨（槍ヶ入観測所累計 595mm）により上矢作町・串原村でそれぞれ土石流災害が発生し、これに伴い多数の溪流で流木災害が発生した。

これらの流木災害では特徴的な現象がいくつか認められた。溪流の諸条件と流木の流出形態について整理したので報告する。

### 2. 流木の生産形態

流木の生産形態には、山腹や溪岸の崩壊に伴うもの、溪流源頭部のいわゆる0次谷に伴うもの等、崩壊に伴うものと、土石流の流下域、谷底平野部等、溪岸・溪床侵食に伴うものが挙げられる。

#### 2.1 崩壊に伴うもの

山腹崩壊・溪岸崩壊で生産された流木の内河道に流出し流木となって流下する林木は、崩壊地末端が河道に達しているものに限られる。調査した崩壊地の内、末端が流路に達していない崩壊地から河道へ流木が生産された箇所は12箇所中0箇所である。河道に達している場合は47箇所中40箇所（85%）である。生産流木量の定義を崩壊地などから生産され河道に達する林木とすれば、河道に達しない崩壊地からの生産流木量は0である。

崩壊地末端が河道に達していても、崩壊面に残存する流木も認められる。これらは崩壊の規模や形態に大きく影響を受けるが、崩壊地に流木が残存していた箇所は47箇所中7箇所（15%）であった。また、その割合（残存率）は10%程度か80%程度である。前者は崩壊発生後に本川を土石流が通過したため流木は流下しているが、後者は土石流通過後に崩壊が発生したため、崩壊下部に残土と共にその流木のほとんどが堆積している。

#### 2.2 溪岸・溪床侵食に伴うもの

土石流の流下域における生産形態として、土石流の流下に伴う溪岸侵食により生産されるものと、いわゆる谷底平野部の林木が流出する溪床侵食とに分けられる。溪岸侵食によるものは土石流の規模にもよるが、概ね河道に接する側から1～2列の林木が流出する。一部には現位置ないし数m範囲で倒木となり流送されていない林木も存在する。多少なりとも流送された流木は枝条のほとんどが分離し幹だけとなっているため、倒木と流木の分別は極めて容易である。

谷底平野部で生産される流木はその量は溪岸侵食に比して大量であるが、相当量の規模を持つ土石流が流下した場合に限られる。0次谷や1次谷を流下してきた流下幅数mの土石流が高次谷に達した場合、土石流水深の低下や谷底平野部に生育する林木の抵抗により停止することが多い。飛騨災害の例ではこのような例が散見された。一方、谷底平野部の林木が全て流出するような規模の大きい土石流の発生した箇所では、流木による被害が甚大である。

### 3. 流木の流出形態

流木は長さや大きさ、溪流の河道幅や平面形状、狭窄部や溪床勾配の変化等、種々の要因により様々な流下形態を呈する。比較的河道幅の広い部分で生産された流木は根元を下流に向けて流下する。このような場所では溪

床勾配がやや緩く、土砂の流れが源頭部に比してやや減勢されているため、溪岸・溪床の侵食に伴い根系部周辺の土砂が流出し流木となるためと考えられる。流木は根本付近で破断するか、根系部も付属している場合が多い。一方で源頭部付近では上方で発生した崩壊や土石流により流木となった林木は幹部の途中で破断されており、林木の上部のみ流出し根系部は残存する林木も認められる。流下方向はランダムである。何れの場合も流下途中では土砂と混在する事は少なく、土石流の先端部あるいは流れの表層部に流木が集中することが多い。

#### 4. 流木の堆積状況

##### 4.1 堆積形状

河道内やその周辺に流木が堆積する場合はいくつかのパターンが認められた。低次谷では狭窄部や立木に引っかかり堆積する場合が多く、やや規模が大きな場合は流木塊が堤体となり背後に土砂を堆積した天然ダムを形成することがある。その典型例を3例、表-1に示した。このうち第1例は湛水しそれが決壊したため、下流河道の谷底平野部から大量の流木を生産し甚大な被害が発生した。

表-1 流木による天然ダムの規模

	提体長	提 高	提体幅	土砂堆積長	概算堆砂量	備 考
第1例	40 m	5 m	5 m	—	—	湛水後決壊、土砂の堆積は少量
第2例	25 m	5 m	10 m	50 m	2,000 m <sup>3</sup>	
第3例	30 m	8 m	15 m	70 m	3,700 m <sup>3</sup>	

河道幅が広くなると、攻撃斜面の外側に遠心力により投げ出されて堆積する場合、滑走斜面に塊状に堆積する場合、急激に河道幅が広がった場合など極端に水深が低くなり堆積する場合等がある。何れの場合も土砂とは混在せず、土砂堆積面の上部に載る形で堆積する。

##### 4.2 空隙率

流木の堆積塊の空隙率の測定を行った。はじめに塊状のまま堆積幅、堆積長、堆積高を測定し、次に塊を解体し流木個別に末口、元口の直径と長さを測定し堆積を算出した。その結果を表-2に示す。自然河道に堆積

表-2 堆積する流木塊の空隙率

地点	全体の体積	実際の体積	割 合	空隙率
1	165.60 m <sup>3</sup>	13.41 m <sup>3</sup>	0.13	87%
2	22.00 m <sup>3</sup>	2.97 m <sup>3</sup>	0.14	86%
3	20.25 m <sup>3</sup>	4.04 m <sup>3</sup>	0.20	80%
ダム	92.69 m <sup>3</sup>	89.53 m <sup>3</sup>	0.96	4%

した物は概ね実立積は15%程度を示す。流木対策ダムに堆積したものは1例のみであるが、実に96%の高い値を示した。根系の不定形部の測定誤差も含まれているためでもあるが、後続の流水等により圧縮を受けたことが主要因であり、実際流木間に空隙はほとんど見られなかった。

#### 5. 流木流出率

一般に土石流対策計画を策定する場合の基準点(補助基準点)は、保全対象の位置を考慮して決める場合が多い。よって対象溪流の流域面積はまちまちとなる。一方で、一連の災害において土石流現象は流域面積が概ね0.5km<sup>2</sup>を越えた場合は流域内に複数の土砂移動現象が認められた。このうち流木に関係するものは上流域に限定されることが多いため、基準点への流木流出は少量で流出率は0に近い。流域源頭部から谷出口まで一連の土砂流出が認められる場合は流木の大部分が基準点に達している。逆に微少な流域では前述のとおり流木は破断されず流出もしない。

#### 6. まとめ

流木の生産・流下特性の詳細については研究を続ける必要があるが、これらの災害では特に流木の流出率について溪流の規模と密接な関係が認められた。この報告では量的な把握のできた項目が少なく、また汎用性に欠ける部分もあるため、今後データを蓄積しこれらの関係を明らかにしていく必要がある。